

MEZCLAS COMPATIBLES DE FERTILIZANTES EN LA SOLUCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LOS ABONOS

Fertirrigación en cultivos leñosos y abonado de árboles jóvenes

En este artículo se aborda de forma general la fertirrigación de cultivos leñosos, analizando la compatibilidad de los distintos fertilizantes solubles en las mezclas, la preparación de soluciones madre y el comportamiento de los abonos

en función de su composición, del tipo de suelo y de la dosis empleada. Además, se dan las dosis orientativas para la fertirrigación de los distintos cultivos leñosos y las necesidades de los plantones en relación a la planta adulta.

Pedro J. Ferrer Talón.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.

Hoy en día, la tendencia en una buena instalación de riego localizado es utilizar bombas inyectoras para abonos, quelatos, herbicidas, nematocidas, etc., ya que pueden introducir los productos en el agua de riego proporcionalmente. El tanque de ferti-

lización, salvo en el caso de pequeñas instalaciones, no es nada recomendable pues el reparto no suele ser homogéneo, ya que la concentración del fertilizante inyectado es muy elevada al principio para ir disminuyendo conforme avanza el tiempo de inyección.

Para inyectar el abono en el agua de riego con los equipos de fertirrigación tenemos que disponer previamente de una solución fertilizante (abono+agua). Para ello será necesario contar con un depósito o recipiente, normalmente de plástico, resistente a áci-

dos y provisto de algún tipo de agitador (manual, hidráulico, por aire o eléctrico), donde preparar la solución fertilizante a base de disolver el abono o abonos deseados en una determinada cantidad de agua, obteniendo así lo que se llama solución madre.

Vista de plantaciones de melocotonero y uva de mesa con abonado por fertirrigación.



La mezcla en solución de dos fertilizantes solubles puede a veces dar lugar a la formación de precipitados. Esto implica que esos fertilizantes no son compatibles, por tanto, para la preparación de la solución madre debe prestarse una especial atención para evitar la mezcla de estos fertilizantes en el mismo tanque. En el **cuadro I** se presentan las relaciones de compatibilidad entre los abonos de uso más frecuente en fertirrigación.

El **cuadro I** está basado en las siguientes premisas:

- Los fosfatos de calcio y de magnesio son insolubles, por tanto, no deben mezclarse sales fosfatadas con sales cálcicas o magnésicas.
- El sulfato de calcio es también insoluble, por tanto, ningún sulfato debe mezclarse con sales cálcicas.
- El sulfato potásico tiene una solubilidad baja, por tanto la mezcla de sulfatos con sales potásicas en alta concentración puede dar lugar a que se sobrepase la solubilidad del sulfato potásico, dando lugar a precipitados de esta sal.

Las combinaciones recomendadas de fertilizantes en los distintos tanques se muestran en el **cuadro II**.

Comportamiento de los abonos

Según la composición

En la composición de los fertilizantes nitrogenados podemos encontrar el nitrógeno bajo tres formas distintas: ureica o amídica, amoniacal y nítrica.

La absorción del nitrógeno a través del sistema radicular puede realizarse en forma de nitrato o de amonio, pero si las condiciones son favorables la transformación de amonio en nitrato es muy rápida. La conclusión suele ser que, sobre todo en los frutales, la absorción del nitrógeno se realiza mayoritariamente en forma de nitrato y poco en la forma amoniacal. En la mayoría de las situaciones el nitrógeno ureico y el amoniacal deben transformarse en nitrato en el suelo para poder ser asimilados. Esta transformación se lleva a cabo por mediación de las bacterias del suelo. El ureico pasa primero a amoniacal y, posteriormente, éste es transformado en nitrato.

Para que estos procesos tengan lugar son imprescindibles dos condiciones: se ne-

cesita humedad, que con el riego localizado está asegurada en cantidad suficiente, y la temperatura del suelo debe ser superior a 10°C, siendo más rápida la transformación cuanto mayor sea la temperatura sin sobrepasar los 32°C.

De las tres formas de nitrógeno, solamente la amoniacal es retenida por el complejo de cambio del suelo, que la liberará lentamente para su transformación. Las formas ureica y nítrica no son retenidas por el suelo y, por tanto, viajan con el agua en la que están disueltas, pero mientras la forma nítrica puede ser absorbida por las raíces, la ureica no, antes se tiene que transformar.

Este comportamiento de las formas nitrogenadas puede, en nuestras condiciones de clima, condicionar el tipo de abono a emplear en la fertirrigación. En las épocas frías, al inicio del período vegetativo, no es conveniente emplear abonos en los que en su composición predominen las formas ureicas, puesto que por falta de temperatura del suelo podrían no transformarse y no ser asimiladas por la planta. Desde este punto de

vista, incluso las formas exclusivamente amoniacales pueden presentar problemas de asimilación.

Por lo que respecta al fósforo y al potasio, se conoce que en fertilización tradicional ambos quedan retenidos en los primeros centímetros de suelo, aunque por mecanismos distintos. Bajo condiciones de riego localizado se ha comprobado que, aplicados con alta frecuencia, consiguen alcanzar mayor profundidad y, en consecuencia, estar a disposición de un mayor número de raíces, pudiéndose así conseguir un aumento de la eficiencia de asimilación.

Según el tipo de suelo

Los suelos arenosos se caracterizan por la rápida circulación del agua, el escaso poder de retención, tanto del agua como de los fertilizantes, y por la buena aireación, que permite la rápida nitrificación. Con ser perfectamente válida la forma amoniacal, por la buena nitrificación, no conviene abusar de ella porque, dado el bajo poder de retención de fertilizantes (baja CIC), rápidamente

CUADRO I.

Tabla de compatibilidades para fertilizantes solubles.

| Fertilizante | Urea | NA | SA | NCa | MAP | MKP | AF | NK | SK | SMg | NMg |
|----------------------------|------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|
| Urea | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Nitrato amónico (NA) | C | | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Sulfato amónico (SA) | C | C | | X | C | C | C | L | C | C | C |
| Nitrato de calcio (NCa) | C | C | X | | X | X | X | C | X | C | C |
| Fosfato monoamón. (MAP) | C | C | C | X | | C | C | C | C | X | X |
| Fosfato monopotásico (MKP) | C | C | C | X | C | | C | C | C | X | X |
| Acido fosfórico (AF) | C | C | C | X | C | C | | C | C | X | X |
| Nitrato potásico (NK) | C | C | L | C | C | C | C | | C | L | C |
| Sulfato potásico (SK) | C | C | C | X | C | C | C | C | | C | C |
| Sulfato de magnesio (SMg) | C | C | C | X | X | X | X | L | C | | C |
| Nitrato de magnesio | C | C | C | C | X | X | X | C | C | C | |

C: Compatible. L: Compatibilidad limitada. X: Incompatible.

CUADRO II.

Combinaciones recomendadas de fertilizantes en distintos tanques.

| Tanque 1 | Tanque 2 |
|--------------------------|--|
| Fertilizantes sin calcio | Fertilizantes sin fosfatos ni sulfatos |
| Complejos NPK | Nitrato potásico |
| Nitrato potásico | Nitrato de Magnesio |
| Fosfato monoamónico | Urea |
| Fosfato monopotásico | Nitrato de calcio |
| Urea | Nitrato amónico |
| Nitrato Amónico | Acido nítrico |
| Sulfato potásico | |
| Acido fosfórico | |

CUADRO III.

Porcentaje de nitrógeno traslocado de reservas en melocotonero.

| | 21 marzo | 17 abril | 26 mayo | 2 julio | 3 octubre |
|---------------------|----------|----------|---------|---------|-----------|
| Fruto | | 84,2% | 47,6% | | |
| Flores | 100% | 82,1% | | | |
| Brotes + hoja joven | 100% | 86,3% | 54,1% | 19,0% | |
| Hoja vieja | | | | 31,2% | 15,8% |

CUADRO IV.

Dosis (UF/ha) orientativas para fertirrigación de cultivos leñosos.

| Cultivo | Prod.(t/ha) | Nitrógeno | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
|-----------------------------|-------------|-----------|-------------------------------|------------------|-----|
| Cítricos | 40 - 50 | 220 | 60 | 110 | 20 |
| Cítricos prod. Integrada | 40 - 50 | 200 | 80 | 120 | |
| Melocotonero temprano | 12 | 80 | 40 | 90 | 20 |
| Melocotonero tardío | 25 | 100 | 50 | 120 | 30 |
| Albaricoquero tempr. | 25 - 30 | 120 | 40 | 170 | 25 |
| Albaricoquero | 40 - 45 | 160 | 50 | 210 | 30 |
| Ciruelo | 20 | 85 | 40 | 90 | 25 |
| Cerezo | 10 | 70 | 50 | 90 | 25 |
| Almendro | 1,3 | 90 | 45 | 100 | 20 |
| Manzano | 50 | 110 | 50 | 130 | 20 |
| Olivo | | 120 | 50 | 150 | 25 |
| Peral | 60 | 150 | 60 | 170 | 25 |
| Uva de mesa parral | 20 - 30 | 90 | 50 | 120 | 20 |
| Uva de mesa parral | 30 - 40 | 110 | 60 | 140 | 25 |
| Uva de mesa espaldera | 15 - 20 | 70 | 40 | 100 | 15 |
| Uva de mesa prod. integrada | 20 - 30 | 100 - 125 | 75 | 125 | |
| Uva para vino | 8 - 10 | 40 | 20 | 60 | 10 |
| Uva vino prod. integrada | 5 - 10 | 20 - 30 | 15-20 | 30-40 | 7 |

se saturaría de amonio y habría dificultades de absorción por falta de nitratos. Las formas ureicas, debido a la velocidad de circulación del agua y a la falta de retención son fácilmente arrastradas fuera del bulbo y no se pueden asimilar.

En este tipo de suelos es conveniente que el fraccionamiento del abonado sea mucho mayor, ya que dado su escaso poder de retención las pérdidas por arrastre pueden ser elevadas, haciendo disminuir la eficiencia del abonado.

En los suelos arcillosos la circulación del agua es lenta, el poder de retención muy grande y la aireación deficiente. Esta falta de aireación dificulta la nitrificación y por ello las formas ureicas pueden responder bastante mal. Las formas nítricas son las que tienen un comportamiento mejor.

Los suelos francos, al poseer unas características intermedias, son los que mejor se adaptan a las diferentes formas de nitrógeno. No obstante los mejores resul-

tados se consiguen con formas asociadas de nitrógeno nítrico y amoniacal.

Los abonos a utilizar en una instalación de riego localizado deben estar pues en consonancia con la textura del suelo y la época del año, estos factores junto con la composición del agua condicionarán la selección de los abonos más adecuados.

Fertirrigación de cultivos leñosos

Las plantas, para el crecimiento y producción, necesitan de una serie de elementos químicos que deben obtener de la solución del suelo. La fisiología y el comportamiento agrónomo de cultivos herbáceos y leñosos es distinto, la fertirrigación debe contemplar aspectos específicos de cada uno.

En los cultivos leñosos las necesidades de dichos elementos nutritivos y, en consecuencia, las extracciones que deben realizar del suelo, no son constantes a lo largo del período vegetativo; pero además la absor-

ción no se corresponde, en el tiempo, con el consumo que la planta hace de ellos.

En estudios llevados a cabo en diferentes especies tales como manzano, peral, melocotonero y naranjo para determinar el consumo que realizan de los diferentes elementos, se observa que todos ellos siguen a unas pautas generales.

En un trabajo realizado por Muñoz en el IVIA de Moncada sobre la nutrición nitrogenada del melocotonero, el nitrógeno de los órganos de reserva se situaba en la planta como se representa en el **cuadro III**, estableciendo las siguientes conclusiones:

- La máxima absorción de N por el melocotonero se produce durante el verano, acumulándose fundamentalmente en las hojas. La mínima en invierno yendo a acumularse en raíz.

- Prácticamente todo el N utilizado por las brotaciones procede de las reservas del año anterior, principalmente de la corteza de las ramas de uno y dos años. La mayor movilización del N de reserva se produce al inicio de la primavera (floración y brotación). El resto del N de reserva se trasloca a los órganos en crecimiento rápido, especialmente a las hojas.

- Las hojas al entrar en fase de senescencia, previa a su caída, movilizan y desplazan entre el 30% y el 50% del nitrógeno a los tejidos leñosos para formar reservas.

Observando la **figura 1**, que corresponde a un estudio realizado en peral por Bulatovic y col. y que analiza los niveles de elementos de reserva presentes en madera y raíz vemos que, fundamentalmente en el caso del nitrógeno, el contenido aumenta hasta la brotación por conversión de nitrógeno orgánico en mineral y a partir de ese momento desciende bruscamente, debido a que dicho nitrógeno emigra hacia los nuevos órganos en formación (brotes, flores, hojas y frutos), alcanza un mínimo aproximadamente al final de la primavera, coincidiendo con el inicio del desarrollo de los frutos, se mantiene más o menos estable a lo largo del verano y aumenta hacia últimos de verano y en el otoño.

Un comportamiento similar ha sido descrito por Primo y col., del IVIA, en sus estudios sobre la nutrición del naranjo. Por lo que respecta al nitrógeno, las máximas necesidades se producen también en el período floración-cuajado, descienden bruscamente primero y con más lentitud a lo largo del verano y otoño y son muy escasas en in-

FIGURA 1. Variación anual en madera del contenido de macroelementos del peral (Bulatovic y col.).

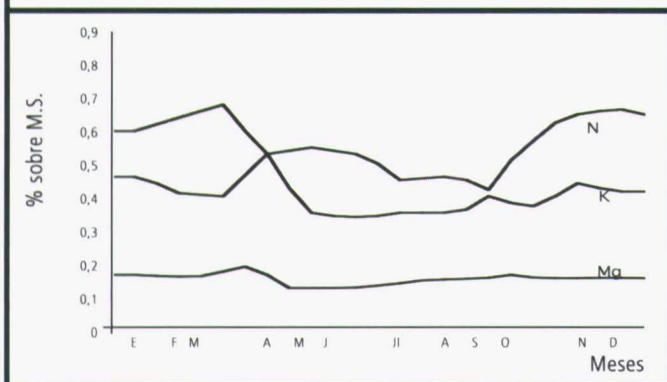
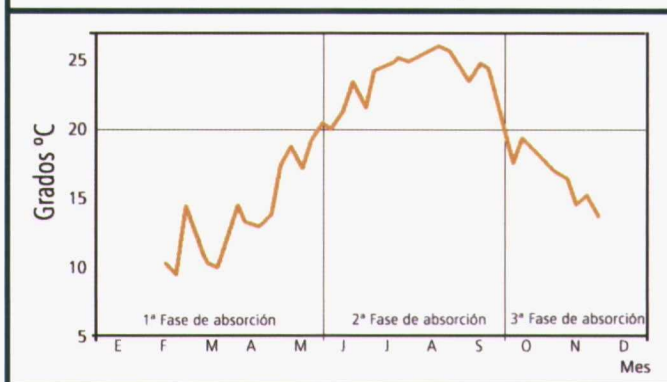


FIGURA 2. Relación de las fases de absorción de los cítricos en relación con la temperatura ambiente (García J.L. y Martí A. 1974).



vierno. Incluso han determinado que aproximadamente un 75% de los elementos que la planta utiliza en la brotación, floración y fructificación proceden de las reservas acumuladas en los órganos perennes (incluidas raíces), y solamente un 25% del total movilizado procede del suelo.

Al analizar el comportamiento vemos que en los alrededores de la época del cua-

jado del fruto es cuando se produce el período de máximas necesidades de los árboles cultivos leñosos. En esa época la actividad radicular es limitada, ya que la misma depende de la temperatura del suelo y ésta, en esa época, es todavía baja. Como consecuencia de ello la absorción de elementos a través del sistema radicular es escasa. ¿De dónde obtiene entonces la planta los ele-

mentos que necesita? Básicamente de las reservas acumuladas en los órganos leñosos.

En los cultivos leñosos, durante la primavera los órganos de reserva aportan a los órganos en formación elementos nutritivos que las raíces no pueden suministrar en la cantidad necesaria debido a su escasa actividad.



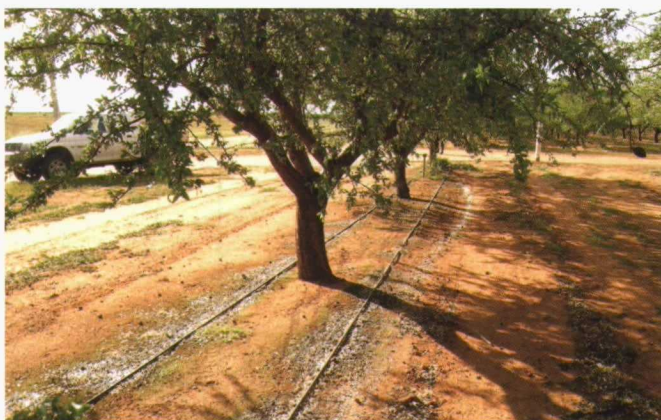
TENOR

Con TENOR aproveche de las innovaciones tecnológicas de BERTHOUD.

- Asistencia GPS y regulación DP TRONIC para la precisión de sus tratamientos: Guiado, corte de tramos y modulación de las dosis.
- La gestión de los volúmenes residuales: DUALELEC para una puesta en obra toda eléctrica, el medidor de nivel NIVOMATIC con anti desbordamiento.
- Cubas de 2800 a 5500 Litros, barras desde 24 a 42 metros.

Con TENOR, entre para siempre en el universo de las buenas prácticas y de la precisión.

BERTHOUD®



Existen dos periodos importantes en los que la fertirrigación es fundamental: floración-cuajado y verano.

En una experiencia sobre nutrición de plantones de cítricos García y Martí (**figura 2**) acotaron que la fase de absorción activa (fase corta) del sistema radicular comprende los meses en los que la temperatura media semanal se mantuvo igual o superior a los 20°C, viéndose la actividad muy disminuida (fases de absorción poco activa o fase larga) cuando dicha temperatura descendía por debajo de los 20°C.

El período importante para la fertilización de los cultivos leñosos es el que corresponde al verano. En el caso de los árboles de hoja caduca se observa claramente como entre el verano y la caída de la hoja se produce una acumulación de elementos en madera, procedentes de las hojas, que da origen a las reservas que se emplearán en la brotación y fructificación del año siguiente. En el caso de los cultivos de hoja permanente son las propias hojas, en las que se acumulan los elementos absorbidos en verano por las raíces, el órgano de reserva más importante.

Este mecanismo de las reservas puede ser uno de los factores que intervengan en la vecería de ciertas plantaciones.

La gran producción de un año puede dejar al árbol con un bajo nivel de reservas, si al final del período vegetativo no puede alcanzarse un nivel adecuado se resentirá la brotación y fructificación del año siguiente.

Es pues conveniente destacar la existencia de dos períodos importantes y característicos en los cultivos leñosos, el de floración-cuajado, por ser el de máximas necesidades, y el de verano, en el que la planta incrementa las reservas para los años venideros. Dadas las circunstancias de temperatura del suelo, los meses de mayo a septiembre son los que, en nuestras condiciones, presentan la máxima absorción por parte de las raíces de los frutales. La aportación de fertilizantes debe pues centrarse fundamentalmente en dichos meses en los que se aplicará entre el 65% y el 70% del total de la dosis anual.

Dosis de abono

El cuantificar las extracciones y necesidades de los cultivos leñosos es un proceso largo y laborioso, en consecuencia no son muchos los datos disponibles. Como indicación o simple orientación pueden recomendarse las cantidades del **cuadro IV**.

Abonado de árboles jóvenes

Los árboles jóvenes no poseen las mismas necesidades que los adultos, no obstante realizan extracciones a lo largo de todo el período de actividad de la planta. En consecuencia, la fertirrigación deberá regirse por los mismos principios que se emplean para los adultos. En el **cuadro V** se expresan las necesidades de los plantones en relación con las de la planta adulta en producción.

Los datos corresponden a manzano pero, a falta de otros más específicos, pueden usarse para otros cultivos leñossos. ●

BIBLIOGRAFÍA

CADAHIA LOPEZ C. (coord.). 1998. Fertirrigación Cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

GARCIA MARTINEZ, J.L. y MARTÍ MORENO, A. 1974. Estudio de las necesidades nutritivas del naranjo. III. Ritmo de absorción de macroelementos por plantones de Washington Navel y Valencia Late a lo largo del año. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Valencia. Publicaciones científicas y tecnológicas n° 17.

MADRID VICENTE R. (ed. científico). 1991. El agua y los fertilizantes Fertirrigación localizada. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Región de Murcia. Serie Congresos n° 3.

MUÑOZ ENRIQUE, N. 1993. Estudios sobre nutrición nitrogenada en melocotonero May Crest. Universidad de Valencia Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis doctoral.

PRIMO MILLO, E., LEGAZ PAREDES, F. 1988. Normas para la fertilización de los agrios. Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura i Pesca. Fulllets de Divulgació n° 5-88.

PRIMO MILLO, E., LEGAZ PAREDES, F. 1983. Fertilización N-P-K en agrios. Rev. Levante Agrícola n° 245 y 246.

RODRIGO LÓPEZ J., HERNÁNDEZ ABREU J.M., PÉREZ REGALADO A. 1992. Riego localizado. Ed. M.A.P.A. - Mundi-Prensa.

CUADRO V.

Abonado según edad de la plantación en relación con el de árboles adultos (Adaptado de Cl. Huguet "Fertilisation des vergers" 1979.

| Año | Nitrógeno | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
|-----|-----------|-------------------------------|------------------|------|
| 1º | 8% | 15% | 15% | 10% |
| 2º | 20% | 20% | 20% | 10% |
| 3º | 30% | 25% | 35% | 20% |
| 4º | 60% | 75% | 65% | 60% |
| 5º | 80% | 90% | 85% | 70% |
| 6º | 100% | 100% | 100% | 100% |